

有機酸對蔬菜園土壤理化性質的影響

林永鴻¹

摘要

有機質分解過程中芳香族有機酸(酚酸)為其重要的中間產物，本試驗乃添加不同濃度(10, 20 和 30 mg/L)之酚酸(allantoin, ferulic acid, salicylic acid, vanillic acid 及 Benzoic acid)及混合酸於兩個蔬菜園土壤(路竹、長治)，並觀察不同時期土壤性質及養分有效性的變化情形。結果顯示，當添加不同濃度酚酸或混合酸二週後，對兩個蔬菜園土壤酸鹼度改善、土壤有機質及養分有效性的提昇均有所助益，第四週其效果仍持續存在，然而第六週卻漸趨式微，各不同濃度的酚酸及混合酸對土壤改良效果不一，本試驗建議施用 20~30 mg/L 酚酸混合液對土壤改良及養分有效性的提昇有正面效應。

關鍵詞：有機酸、酚酸、土壤性質

前言

有機質肥料的施用對改良土壤性質，提供植物營養扮演重要的角色，因此對於作物品質及產量的提昇效果漸趨受到重視。有機質肥料在翻堆過程中，有機質(特別是植物殘體)的分解常會有大量低分子有機酸產生，其中脂肪族有機酸及芳香族有機酸即為重要的中間產物，脂肪族有機酸包含草酸、檸檬酸、蘋果酸、琥珀酸等，而芳香族有機酸則屬於酚酸類，較常見的 allantoin、ferulic acid、salicylic acid、vanillic acid 及 Benzoic acid 等⁽¹⁹⁾。當土壤中有機酸濃度提高時，往往造成土壤的酸鹼度降低⁽¹⁶⁾，因此，所產生之豐富的氫離子會造成磷酸鹽及硫酸鹽等難溶物質溶解而使得當中的陰離子(磷酸根、硫酸根等)釋出成為作物可吸收利用的有效型態^(6,7,8,21)。另外，有機酸加入土壤後，隨著有機酸濃度的增大，進入土壤中質子的量也增加，在有機酸解離出的 H^+ 和具有螯合能力的有機配體的共同作用下，土壤礦物開始風化分釋放出鹽基⁽¹⁷⁾，這些有機酸存在土壤中能夠將不易釋放的陽離子(K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 等)鉗合而使其有效性大大提昇(Moghimi, A., 12)⁽¹³⁾。以往關於低分子量有機酸對土壤養分有效性的研究大多集中於脂肪族有機酸之探討，且大多為正面的效應；雖然有機質的分解亦會產生大量的酚酸，然而學者對這些酚酸物質的影響看法仍有很大的分歧，有研究指出它是植物生長

¹高雄區農業改良場作物助理研究員

的抑制物質^(3,4)，也有認為它不但會提昇土壤中養分的有效性，且對作物的生長發育也有促進作用^(10,11,20)。土壤總有機質中約含有 0.004~ 0.009% 的酚酸物質⁽²⁶⁾，本試驗將探討施用不同酚酸物質後對兩種不同性質的蔬菜園土壤性質的影響，以做為爾後有機質肥料施用的參考。

材料與方法

一、蔬菜園土壤性質

採自兩個蔬菜園，其一位於高雄縣路竹鄉，屬豐德系土壤，為砂岩頁岩沖積土，質地屬坩質壤土，含石灰結核，排水性佳。另一位於屏東縣長治鄉，屬東海豐系土壤，為粘板岩新沖積土，質地屬砂質壤土，土層 60~100 公分，下接礫石層或大石頭層，含石灰結核，排水性佳。土壤樣品取回後，經風乾、研磨，通過 2 mm 篩子後裝罐備用，其土壤理化性質列於表 1。

表 1. 試驗前土壤基本理化性質(96 年 9 月 17 日)

Tbale 1. The soil physical and chemical properties before experiment.
(September,17,2007)

	pH	OM* (%)	NH ₄ OAc extractable				HCl extractable				EC (1:5) (dS/m)
			Bray-1 P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
Changji	7.4	1.35	53	58	1936	98	298	85	5.8	6.6	0.09
Luchu	8.2	1.07	56	95	3038	188	135	101	0.2	0.8	0.21

* OM: organic matter

二、試驗方法

首先配製不同濃度的 allantoin, ferulic acid, salicylic acid, vanillic acid, benzoic acid 及此 5 種酚酸的混合物(mixture)，分別為 10,20,30 mg/L。稱取兩種不同性質土壤各 80 克，放置於 100 毫升燒杯內，接著以上述不同濃度的試劑 2 毫升徐徐滴入土壤中，每處理各三重覆，每種土壤的處理包含了 6 種不同的試劑及 3 種不同濃度，共 18 處理，12 重覆，並設 12 重覆的空白組(僅滴入 1 毫升的去離子水)，每處理每天添加同量的水分使土壤保持濕潤，於第二(96 年 10 月 1 日)、第四(96 年 10 月 15 日)及第六週(96 年 10 月 29 日)取各處理之 3 重覆進行土壤分析。

三、土壤分析項目

1. pH 值: 水土比 1:1，以 pH meter 測定⁽¹²⁾。

2. 有機質含量:以Walkley Black溼式氧化法測定⁽¹⁵⁾。
3. 鹽酸抽出性鈣、鎂及鉀:以 0.1N HCl抽取土壤中鈣、鎂及鉀後以感應耦合電漿儀(Jobin Von Ultima 2)測定鈣、鎂的含量及以火燄光度計(Corning, 401)測定鉀的含量⁽²⁾。
4. Bray-1 磷:以Bray No.1 萃取液萃取，再以鉬藍法(Bray No.1)測定⁽¹⁴⁾。
5. 鹽酸抽出性鐵和錳:以 0.1N HCl抽取土壤中Fe、Mn，以感應耦合電漿儀(Jobin Von Ultima 2)測定其含量⁽⁵⁾。

結果與討論

一、不同濃度酚酸處理二週後土壤性質變化情形

表 2 顯示，長治蔬菜園土壤以allantoin, ferulic acid, salicylic acid, vanillic acid, benzoic acid及mixture處理二週後，土壤酸鹼度隨著這些酚酸濃度的增加而降低，此應與酚酸中的氫離子與鹼性土壤中和所致。處理二週後對照處理之土壤有機質含量較試驗前有些微降低情形，因對照處理加入充足的水分，致土壤有機質被微生物分解而含量降低，至於不同酚酸濃度處理對於土壤有機質含量的提昇均有所助益，一般土壤黏土礦物可經非生物催化氧化酚類或含氮氧化物形成腐植質之研究^(22,23,24,25)，Sposito(1989)指出，腐植質的有機官能基和土壤礦物反應的機制，可分為陽離子交換(cation exchange)、陰離子交換(anion exchange)、質子化反應(protonation)、水橋鍵結(water bridging)、陽離子橋鍵結(cation bridging)、配位交換(ligan exchange)、氫鍵結(hydrogen bonding)及凡得瓦爾力(van der Walls interactions) 8 種反應⁽¹⁸⁾，腐植質除了含羧酸基或羰基、以及酚性羥基的多核芳香環外，尚含環狀構造氮、鏈狀構造氮以及碳水化合物，因為所試驗的五種酚酸多含有羧酸基、羰基、酚基、胺基等腐植質的前趨物質，而酚酸化合物在土壤中經氧化聚合反應，會逐漸形成腐植質⁽²³⁾，因此所測得的有機質含量會隨著酚酸使用濃度而增加。土壤中之有效性磷、各鹽酸抽出性要素的含量在二週後均較對照處理提昇，顯示經過不同濃度酚酸的處理二週後，對於土壤養分要素有提昇情形；雖然磷的有效性在各處理中並無顯著差異，然而隨著不同濃度酚有機酸處理卻有不同的變化，當ferulic acid處理在 20 mg/L以下時磷的有效性較對照組低，可能因 20 mg/L以下的ferulic acid處理磷的溶出量並不多，且經二週後，磷漸為微生物利用，然而當ferulic acid濃度高達 30 mg/L時，磷的溶出量卻較對照組多，因此ferulic acid濃度必須高達 30 mg/L方能使土壤中有有效性磷的含量提昇；benzoic acid及vanillic acid於 20 mg/L 以上時磷的有效性則較對照組高；至於salicylic acid及allantoin於 10 mg/L以上磷的有效性即

較對照組還高。不同濃度酚酸的處理對土壤有效性鉀含量之提昇似乎幫助不大，除了ferulic acid 30 mg/L及mixture 30 mg/L處理所測得的有效性鉀較對照組高之外，其他處理土壤中有效性鉀的含量均較低，可能因鉀溶出後隨水淋洗，致所測得之數值低；土壤中的有效性鈣，對照組較處理前有提昇情形，隨著不同酚酸濃度的增加亦有提昇情形，然而僅有在mixture 30 mg/L處理時有效性鈣的含量較對照組高，其他不同酚酸濃度處理均較對照組低，此亦應與鈣溶出後隨水而淋失有關；除了salicylic acid及vanillic acid處理之土壤中有效性鎂較對照組高之外，其他酚酸對有效性鎂的提昇效果似乎不大；微量元素鐵、錳、銅及鋅二週後對照組均有提昇情形，大致上不同濃度酚酸處理之土壤中微量元素較對照組均有提昇，然而以20 mg/L之濃度對微量元素的有效性提昇效果較佳，可能是因30 mg/L酚有機酸雖然可以提昇微量要素有效性，一方面卻因酚酸的攜帶往底層移動致表土測值較20 mg/L處理還低；電導度值(EC)各處理均較試驗前有提昇情形，當中亦以30 mg/L mixture處理使其EC值提昇至較高。整體而言，長治鹼性蔬菜園土壤以mixture 30 mg/L處理2週後，土壤的pH的下降最多，土壤EC值提昇至較高，有效性磷、鉀、鈣及鎂亦較高，然而微量元素卻以20 mg/L mixture處理的提昇效果較佳。

表3顯示，路竹蔬菜園土壤酸鹼度達8.0以上，不同酚酸處理2週後，土壤酸鹼度變化不大，乃因所處理的酚酸屬弱酸，中和土壤鹼度效果不大，然而仍有隨著酚酸濃度增加而些微下降趨勢。各處理之土壤有機質含量於2週後均有下降情形，因為土壤含石灰結核，致使土壤鹼度高，易加速有機質的分解⁽¹⁾，然而不同濃度各種酚酸處理亦因腐植質的漸趨形成而以較高濃度酚酸處理所測得的有機質較高。雖然酚酸處理後對土壤酸鹼度影響不大，然而可能因有機質的快速分解，致使土壤中有效性磷、鈣、鎂、鉀、鐵及錳的含量提昇，且有隨著各酚酸濃度提昇而增加的趨勢，然而銅及鋅則變化不大，且有些處理其含量反而較對照組低，有機質分解時微量元素的釋出理應使其測值提高，然而在土壤屬鹼度偏高情況下，微量元素易形成沉澱，加上土壤中銅及鋅原來的含量就不高，因此即使加入的酚酸濃度提高，對微量元素有效性的提昇效果並不大。

表 2. 長治蔬菜園不同濃度酚酸處理二週後土壤性質變化情形(96年10月1日)
 Table 2. The soil properties after treatments of different phenolic acid in Changchi vegetable garden for two weeks.(October,1,2007)

Treatments	pH	OM [*] (%)	NH ₄ OAc extractable					HCl extractable				EC (1:5) (dS/m)
			Bray-1 P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn		
------(mg kg ⁻¹)-----												
<u>Ferulic acid</u>												
10 mg/L	7.4 ^{a*}	1.45 ^a	48 ^a	50 ^a	2030 ^a	87 ^a	344 ^a	84 ^a	6.8 ^a	6.3 ^a	0.12 ^a	
20 mg/L	7.2 ^a	1.55 ^a	52 ^a	50 ^a	2099 ^a	92 ^a	363 ^a	86 ^a	7.0 ^a	6.6 ^a	0.13 ^a	
30 mg/L	6.9 ^a	1.62 ^a	70 ^a	54 ^a	2122 ^a	98 ^a	348 ^a	85 ^a	6.3 ^a	6.3 ^a	0.13 ^a	
<u>Benzoic acid</u>												
10 mg/L	6.9 ^a	1.39 ^{ab}	51 ^a	46 ^a	2018 ^a	90 ^a	330 ^a	89 ^a	6.2 ^a	6.5 ^a	0.09 ^a	
20 mg/L	6.7 ^a	1.41 ^a	54 ^a	48 ^a	2125 ^a	95 ^a	361 ^a	102 ^a	6.5 ^a	6.7 ^a	0.11 ^a	
30 mg/L	6.7 ^a	1.52 ^a	63 ^a	50 ^a	2153 ^a	96 ^a	355 ^a	93 ^a	6.5 ^a	6.7 ^a	0.11 ^a	
<u>Vanilic acid</u>												
10 mg/L	7.2 ^a	1.36 ^{ab}	55 ^a	52 ^a	2195 ^a	101 ^a	378 ^a	84 ^a	6.2 ^a	6.8 ^a	0.13 ^a	
20 mg/L	7.0 ^a	1.38 ^{ab}	60 ^a	52 ^a	2236 ^a	99 ^a	381 ^a	85 ^a	6.6 ^a	8.7 ^a	0.13 ^a	
30 mg/L	7.1 ^a	1.42 ^a	65 ^a	50 ^a	2249 ^a	104 ^a	350 ^a	83 ^a	6.4 ^a	6.6 ^a	0.12 ^a	
<u>Allantoin</u>												
10 mg/L	7.3 ^a	1.34 ^{ab}	55 ^a	52 ^a	2067 ^a	84 ^a	356 ^a	96 ^a	6.5 ^a	7.5 ^a	0.11 ^a	
20 mg/L	7.1 ^a	1.39 ^{ab}	55 ^a	42 ^a	1934 ^a	87 ^a	359 ^a	102 ^a	6.7 ^a	8.0 ^a	0.11 ^a	
30 mg/L	7.1 ^a	1.51 ^a	55 ^a	46 ^a	2111 ^a	90 ^a	357 ^a	100 ^a	6.6 ^a	7.1 ^a	0.12 ^a	
<u>salicylic acid</u>												
10 mg/L	7.2 ^a	1.42 ^a	49 ^a	44 ^a	2060 ^a	92 ^a	370 ^a	87 ^a	6.7 ^a	6.8 ^a	0.13 ^a	
20 mg/L	7.0 ^a	1.42 ^a	55 ^a	46 ^a	2084 ^a	106 ^a	382 ^a	91 ^a	6.7 ^a	6.9 ^a	0.12 ^a	
30 mg/L	6.9 ^a	1.47 ^a	61 ^a	51 ^a	2088 ^a	108 ^a	374 ^a	87 ^a	6.6 ^a	6.9 ^a	0.13 ^a	
<u>Mixture</u> ^{***}												
10 mg/L	7.0 ^a	1.23 ^b	60 ^a	53 ^a	2110 ^a	106 ^a	357 ^a	95 ^a	6.5 ^a	6.6 ^a	0.12 ^a	
20 mg/L	6.7 ^a	1.44 ^a	61 ^a	51 ^a	2113 ^a	145 ^a	386 ^a	98 ^a	6.9 ^a	7.9 ^a	0.13 ^a	
30 mg/L	6.7 ^a	1.60 ^a	64 ^a	56 ^a	2402 ^a	157 ^a	363 ^a	94 ^a	6.5 ^a	7.1 ^a	0.14 ^a	
CK ^{****}	7.3 ^a	1.25 ^b	54 ^a	53 ^a	2041 ^a	98 ^a	320 ^a	82 ^a	6.4 ^a	6.7 ^a	0.10 ^a	

*Values within columns followed by the same letter are not significant at P<0.05(Tukey test).

** OM: organic matter.

*** Mixing solution of five organic acid.

**** Check.

表3.路竹蔬菜園不同濃度酚酸處理二週後土壤性質變化情形(96年10月1日)
Table 3. The soil properties after treatments of different phenolic acid in Luchu vegetable garden for two weeks.(October,1,2007)

Treatments	pH	OM* (%)	NH ₄ OAc extractable					HCl extractable			EC (1:5) (dS/m)
			Bray-1 P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
------(mg kg ⁻¹)-----											
<u>Ferulic acid</u>											
10 mg/L	8.2 ^{a*}	0.99 ^a	625 ^a	122 ^a	4134 ^a	281 ^a	298 ^a	121 ^a	0.25 ^a	0.83 ^a	0.26 ^a
20 mg/L	8.1 ^a	0.96 ^a	61 ^a	131 ^a	4211 ^a	286 ^a	320 ^a	128 ^a	0.23 ^a	0.80 ^a	0.27 ^a
30 mg/L	8.1 ^a	1.03 ^a	63 ^a	133 ^a	4213 ^a	275 ^a	304 ^a	128 ^a	0.22 ^a	0.81 ^a	0.20 ^a
<u>Benzoic acid</u>											
10 mg/L	8.1 ^a	1.05 ^a	62 ^a	117 ^a	4238 ^a	295 ^a	279 ^a	133 ^a	0.22 ^a	0.79 ^a	0.26 ^a
20 mg/L	8.1 ^a	1.00 ^a	62 ^a	120 ^a	4209 ^a	298 ^a	310 ^a	129 ^a	0.22 ^a	0.84 ^a	0.27 ^a
30 mg/L	8.0 ^a	1.07 ^a	63 ^a	121 ^a	4207 ^a	294 ^a	310 ^a	136 ^a	0.22 ^a	0.82 ^a	0.28 ^a
<u>Vanilic acid</u>											
10 mg/L	8.2 ^a	1.06 ^a	59 ^a	132 ^a	4387 ^a	293 ^a	312 ^a	123 ^a	0.21 ^a	0.82 ^a	0.30 ^a
20 mg/L	8.1 ^a	1.02 ^a	60 ^a	127 ^a	4315 ^a	304 ^a	322 ^a	133 ^a	0.21 ^a	0.82 ^a	0.30 ^a
30 mg/L	8.1 ^a	1.09 ^a	63 ^a	133 ^a	4347 ^a	314 ^a	278 ^a	140 ^a	0.21 ^a	0.82 ^a	0.29 ^a
<u>Allantoin</u>											
10 mg/L	8.1 ^a	1.08 ^a	63 ^a	120 ^a	4323 ^a	305 ^a	303 ^a	131 ^a	0.22 ^a	0.81 ^a	0.27 ^a
20 mg/L	8.1 ^a	1.01 ^a	63 ^a	122 ^a	4407 ^a	318 ^a	298 ^a	132 ^a	0.22 ^a	0.79 ^a	0.22 ^a
30 mg/L	8.0 ^a	1.05 ^a	65 ^a	128 ^a	4288 ^a	307 ^a	269 ^a	135 ^a	0.20 ^a	0.81 ^a	0.29 ^a
<u>salicylic acid</u>											
10 mg/L	8.2 ^a	1.08 ^a	63 ^a	115 ^a	4417 ^a	300 ^a	299 ^a	136 ^a	0.20 ^a	0.80 ^a	0.22 ^a
20 mg/L	8.1 ^a	1.11 ^a	63 ^a	118 ^a	4421 ^a	316 ^a	252 ^a	140 ^a	0.19 ^a	0.78 ^a	0.24 ^a
30 mg/L	8.1 ^a	1.15 ^a	62 ^a	124 ^a	4391 ^a	312 ^a	326 ^a	151 ^a	0.21 ^a	0.85 ^a	0.25 ^a
<u>Mixture</u> ^{***}											
10 mg/L	8.1 ^a	1.13 ^a	64 ^a	116 ^a	4455 ^a	326 ^a	301 ^a	144 ^a	0.19 ^a	0.79 ^a	0.26 ^a
20 mg/L	7.9 ^a	1.15 ^a	66 ^a	126 ^a	4670 ^a	327 ^a	315 ^a	142 ^a	0.21 ^a	0.81 ^a	0.24 ^a
30 mg/L	7.9 ^a	1.17 ^a	69 ^a	128 ^a	4528 ^a	341 ^a	270 ^a	153 ^a	0.20 ^a	0.82 ^a	0.31 ^a
CK ^{****}	8.1 ^a	1.01 ^a	60 ^a	113 ^a	4651 ^a	331 ^a	301 ^a	132 ^a	0.20 ^a	0.79 ^a	0.23 ^a

*Values within columns followed by the same letter are not significant at P<0.05(Tukey test).

** OM: organic matter.

*** Mixing solution of five organic acid.

**** Check.

二、不同濃度酚酸處理四週後土壤性質變化情形

表 4 顯示，在各酚酸處理四週後，長治蔬菜園土壤酸鹼度仍有些微下降情形，顯示因酚酸的作用在四週內仍使得土壤鹼度降低，此有助於改良土壤的鹼性；對照組有機質含量則較第二週時有些微下降，因為土壤並無有機質的添加使得土壤有機質持續分解，而各酚酸的處理有機質則有提昇情形；至於營養要素各處理除了鉀的含量些微下降之外，所測之其他要素含量均有所提昇，顯示因酚酸的作用，仍然使養分的有效性提昇。以 ferulic acid, benzoic acid, vanillic acid 及 mixture 而言，在四週後有效性磷以 20 mg/L 的處理較對照組高，salicylic acid 則在 30 mg/L 處理最高，allantoin 則在隨著濃度提高使得有效性磷漸漸提高，在所有酚酸濃度中 mixture 處理的有效性磷提昇至最高；至於有效性鉀以 mixture 20 mg/L 及對照組為最高，其他各處理都沒有較對照組高者，此可能與酚酸處理後微生物對鉀的利用率提高有關，但真正原因為何不得而知；至於有效性鈣，ferulic acid 必需提昇至 30 mg/L 方能使鈣的含量較對照組高，而 benzoic acid 只需 10 mg/L 處理即能使得有效性鈣較對照組高，allantoin 在 10 mg/L 時較對照組高，而 20~30 mg/L 卻較對照組些微的低，salicylic acid 則在 20 mg/L 及 30 mg/L 時其有效性鈣較對照組高；有效性鎂除了在 salicylic acid 10 mg/L 時較對照組低外，其他處理均較對照組有較高情形，當中以 vanillic acid 20 mg/L 對鈣有效性的提昇效果最佳；鐵除了 ferulic acid 10 mg/L、vanillic acid 10 mg/L、20 mg/L 較對照組低外，其餘處理均較對照組有提昇情形；錳以 mixture 30 mg/L 為最高，其餘的酚酸則與對照組差異不大；銅及鋅與對照組均差異不大，當中以 mixture 處理為最高。電導度各處理於四週後均差異不大，當中以 ferulic acid 及 vanillic acid 30 mg/L 的電導度值為最高。

表 5 顯示，路竹蔬菜園土壤於各酚酸處理四週後土壤酸鹼度亦有持續下降情形，當中以 mixture 30 mg/L 處理土壤酸鹼度降至 7.7 為最低，雖然四週後較第二週對照組土壤酸鹼度有些微降低，然而所有酚酸處理四週後土壤酸鹼度幾乎都比對照組低；有機質於處理四週後較第二週有降低情形所有處理有機質均較對照組高，而在所有處理中以 salicylic acid 20 mg/L 處理有機質降至最低；營養要素除了鉀較第二週低外，其他要素均較第二週仍有提昇情形，酚酸處理四週後的營養要素亦較對照組普遍有較高情形，磷的有效性以 allantoin 30 mg/L 處理為最高，有效性鉀以 benzoic acid 30 mg/L 為最高，有效性鈣以 salicylic acid 20 mg/L 為最高，有效性鎂以 vanillic acid 20 mg/L 為最高，鐵以 benzoic acid 30 mg/L 為最高，錳以 salicylic acid 20 mg/L 為最高，銅及鋅則含量均低，且各處理間差異極微。

表 4. 長治蔬菜園不同酚酸處理四週後土壤性質變化情形(96年10月15日)
Table 4. The soil properties after treatments of different phenolic acid in
Changchi vegetable garden for four weeks.(October,15,2007)

Treatments	pH	OM* (%)	NH ₄ OAc extractable				HCl extractable				EC (1:5) (dS/m)
			Bray-1 P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
------(mg kg ⁻¹)-----											
<u>Ferulic acid</u>											
10 mg/L	7.0 ^{a*}	1.59 ^a	65 ^a	47 ^a	2033 ^a	89 ^a	308 ^a	104 ^a	6.1 ^a	7.0 ^a	0.15 ^a
20 mg/L	7.0 ^a	1.62 ^a	75 ^a	48 ^a	2123 ^a	91 ^a	394 ^a	109 ^a	6.9 ^a	7.6 ^a	0.12 ^a
30 mg/L	6.9 ^a	1.75 ^a	72 ^a	46 ^a	2222 ^a	92 ^a	375 ^a	110 ^a	6.9 ^a	8.2 ^a	0.16 ^a
<u>Benzoic acid</u>											
10 mg/L	6.9 ^a	1.70 ^a	68 ^a	50 ^a	2343 ^a	91 ^a	370 ^a	106 ^a	6.6 ^a	8.2 ^a	0.17 ^a
20 mg/L	6.6 ^a	1.73 ^a	77 ^a	50 ^a	2245 ^a	88 ^a	354 ^a	95 ^a	6.3 ^a	7.5 ^a	0.13 ^a
30 mg/L	6.6 ^a	1.48 ^a	68 ^a	49 ^a	2165 ^a	84 ^a	403 ^a	89 ^a	6.6 ^a	7.1 ^a	0.11 ^a
<u>Vanilic acid</u>											
10 mg/L	7.0 ^a	1.60 ^a	75 ^a	46 ^a	2243 ^a	79 ^a	399 ^a	103 ^a	6.5 ^a	7.1 ^a	0.13 ^a
20 mg/L	6.8 ^a	1.55 ^a	71 ^a	47 ^a	2426 ^a	83 ^a	392 ^a	125 ^a	6.4 ^a	7.4 ^a	0.15 ^a
30 mg/L	6.8 ^a	1.60 ^a	74 ^a	49 ^a	2056 ^a	85 ^a	384 ^a	112 ^a	6.4 ^a	7.7 ^a	0.14 ^a
<u>Allantoin</u>											
10 mg/L	6.9 ^a	1.66 ^a	63 ^a	48 ^a	2250 ^a	87 ^a	396 ^a	103 ^a	6.5 ^a	7.0 ^a	0.12 ^a
20 mg/L	7.0 ^a	1.60 ^a	79 ^a	41 ^a	2158 ^a	85 ^a	377 ^a	115 ^a	6.2 ^a	7.4 ^a	0.15 ^a
30 mg/L	6.8 ^a	1.62 ^a	80 ^a	44 ^a	2172 ^a	93 ^a	399 ^a	101 ^a	6.2 ^a	7.4 ^a	0.13 ^a
<u>salicylic acid</u>											
10 mg/L	6.8 ^a	1.56 ^a	63 ^a	41 ^a	2098 ^a	96 ^a	329 ^a	117 ^a	6.5 ^a	8.0 ^a	0.13 ^a
20 mg/L	6.8 ^a	1.56 ^a	75 ^a	43 ^a	2677 ^a	97 ^a	326 ^a	120 ^a	5.9 ^a	7.3 ^a	0.15 ^a
30 mg/L	7.0 ^a	1.62 ^a	67 ^a	42 ^a	2212 ^a	94 ^a	399 ^a	108 ^a	6.4 ^a	7.5 ^a	0.13 ^a
<u>Mixture</u>***											
10 mg/L	7.1 ^a	1.35 ^b	73 ^a	45 ^a	2198 ^a	91 ^a	376 ^a	119 ^a	6.8 ^a	7.2 ^a	0.12 ^a
20 mg/L	6.9 ^a	1.61 ^a	80 ^a	51 ^a	2123 ^a	85 ^a	410 ^a	123 ^a	7.1 ^a	7.3 ^a	0.12 ^a
30 mg/L	6.8 ^a	1.77 ^a	77 ^a	48 ^a	2465 ^a	87 ^a	406 ^a	126 ^a	7.2 ^a	8.3 ^a	0.12 ^a
CK****	6.9 ^a	1.23 ^b	72 ^a	52 ^a	2188 ^a	82 ^a	351 ^a	108 ^a	6.1 ^a	7.0 ^a	0.17 ^a

*Values within columns followed by the same letter are not significant at P<0.05(Tukey test).

** OM: organic matter.

*** Mixing solution of five organic acid.

**** Check.

表 5. 路竹蔬菜園不同酚酸處理四週後土壤性質變化情形(96年10月15日)
 Table 5. The soil properties after treatments of different phenolic acid in Luchu vegetable garden for four weeks.(October,15,2007)

Treatments	pH	OM* (%)	NH ₄ OAc extractable					HCl extractable			EC (1:5) (dS/m)
			Bray-1 P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
------(mg kg ⁻¹)-----											
<u>Ferulic acid</u>											
10 mg/L	8.0 ^{a*}	1.17 ^a	66 ^a	121 ^a	4639 ^a	313 ^a	291 ^a	141 ^a	0.18 ^a	0.77 ^a	0.27 ^a
20 mg/L	7.9 ^a	1.15 ^a	70 ^a	107 ^a	4678 ^a	317 ^a	302 ^a	129 ^a	0.20 ^a	0.80 ^a	0.20 ^a
30 mg/L	7.8 ^a	1.07 ^a	68 ^a	122 ^a	4581 ^a	320 ^a	301 ^a	144 ^a	0.20 ^a	0.81 ^a	0.32 ^a
<u>Benzoic acid</u>											
10 mg/L	7.9 ^a	1.11 ^a	64 ^a	114 ^a	4571 ^a	322 ^a	240 ^a	186 ^a	0.18 ^a	0.77 ^a	0.25 ^a
20 mg/L	7.8 ^a	1.14 ^a	65 ^a	119 ^a	4582 ^a	332 ^a	244 ^a	131 ^a	0.19 ^a	0.81 ^a	0.28 ^a
30 mg/L	7.8 ^a	1.23 ^a	68 ^a	132 ^a	4784 ^a	347 ^a	280 ^a	136 ^a	0.21 ^a	0.90 ^a	0.31 ^a
<u>Vanilic acid</u>											
10 mg/L	8.0 ^a	1.13 ^a	70 ^a	113 ^a	4551 ^a	330 ^a	308 ^a	134 ^a	0.22 ^a	0.85 ^a	0.30 ^a
20 mg/L	7.9 ^a	1.09 ^a	67 ^a	126 ^a	4892 ^a	343 ^a	295 ^a	252 ^a	0.14 ^a	0.75 ^a	0.31 ^a
30 mg/L	7.8 ^a	1.11 ^a	70 ^a	124 ^a	4701 ^a	332 ^a	288 ^a	162 ^a	0.21 ^a	0.82 ^a	0.32 ^a
<u>Allantoin</u>											
10 mg/L	7.9 ^a	1.33 ^a	71 ^a	121 ^a	4661 ^a	333 ^a	300 ^a	134 ^a	0.21 ^a	0.81 ^a	0.21 ^a
20 mg/L	8.0 ^a	1.25 ^a	69 ^a	129 ^a	4582 ^a	338 ^a	299 ^a	135 ^a	0.20 ^a	0.81 ^a	0.24 ^a
30 mg/L	7.8 ^a	1.15 ^a	73 ^a	130 ^a	4596 ^a	335 ^a	258 ^a	134 ^a	0.20 ^a	0.80 ^a	0.31 ^a
<u>salicylic acid</u>											
10 mg/L	7.8 ^a	1.14 ^a	65 ^a	127 ^a	4592 ^a	321 ^a	295 ^a	141 ^a	0.21 ^a	0.80 ^a	0.24 ^a
20 mg/L	7.8 ^a	1.17 ^a	64 ^a	115 ^a	4878 ^a	367 ^a	301 ^a	132 ^a	0.21 ^a	0.81 ^a	0.25 ^a
30 mg/L	7.7 ^a	1.10 ^a	66 ^a	125 ^a	4750 ^a	358 ^a	290 ^a	158 ^a	0.19 ^a	0.75 ^a	0.25 ^a
<u>Mixture</u> ***											
10 mg/L	8.0 ^a	1.17 ^a	62 ^a	126 ^a	4666 ^a	333 ^a	303 ^a	138 ^a	0.20 ^a	0.79 ^a	0.28 ^a
20 mg/L	7.9 ^a	1.25 ^a	68 ^a	127 ^a	4579 ^a	334 ^a	302 ^a	130 ^a	0.21 ^a	0.85 ^a	0.26 ^a
30 mg/L	7.9 ^a	1.18 ^a	69 ^a	123 ^a	4479 ^a	328 ^a	265 ^a	138 ^a	0.20 ^a	0.81 ^a	0.31 ^a
CK****	8.0 ^a	1.09 ^a	59 ^a	120 ^a	4694 ^a	338 ^a	296 ^a	133 ^a	0.21 ^a	0.8 ^a	0.30 ^a

*Values within columns followed by the same letter are not significant at P<0.05(Tukey test).

** OM: organic matter.

*** Mixing solution of five organic acid.

**** Check.

三、不同濃度酚酸處理六週後土壤性質變化情形

表 6 顯示，長治蔬菜園土壤酚酸處理六週後對照組的酸鹼度與第四週時比較幾無變化，各酚酸處理則均些微提昇，此可能與酚酸分解殆盡有關，此時有機質各處理亦較第二週有下降情形，至於各營養要素則除了鈣、鎂仍有些微提昇外，其餘各要素均下降了，微量元素可能因酸鹼度的提昇致產生沉澱而使其有效性降低，至於電導度亦較第四週有下降情形。表 7 顯示，路竹蔬菜園土壤，六週後土壤酸鹼度亦有提昇情形，各處理之有機質、有效性磷及鉀、鈣、鎂、銅、鋅與第二週所測幾無變化，鐵、錳卻較第二週還低，可能與酸鹼度提高後鐵、錳的沉澱有關。

為改良土壤性質及維持地力，有機質的回歸大地是最佳良方，然而有機質的分解過程中所產生的物質相當複雜，當中脂肪族有機酸及芳香族有機酸即為重要中間產物，這些低分子量有機酸中脂肪族有機酸已知對土壤性質及作物生長有所助益，然而芳香族有機酸對於土壤性質及作物的影響仍有很多爭議。本試驗初步認為，適當濃度芳香族有機酸的加入對於蔬菜園的土壤性質及養分有效性的提昇是有所助益的，然而各種單獨酚酸的處理對土壤的作用不一，原則上以五種酚酸的混合酸約 20~30 mg/L 對土壤性質及養分有效性有正面效應，本試驗亦發現，在酚酸處理六週後對土壤改良的效果會漸趨消失，因此即使施用的有機質分解使土壤大量產生這些酚酸時，六週內在土壤中會持續被分解，然而在這段期間卻會使土壤性質變佳，至於對作物的效果如何，仍需進一步以栽種不同作物進行試驗觀察；本試驗結果可當作爾後土壤施用液體肥料時添加適當濃度酚酸的依據，而 5~6 週亦可當作這些芳香族有機酸施用頻率之參考。

表 6. 長治蔬菜園不同酚酸處理六週後土壤性質變化情形(96年10月29日)
Table 6. The soil properties after treatments of different phenolic acid in Changchi vegetable garden for six weeks.(October,29,2007)

Treatments	pH	OM* (%)	NH ₄ OAc extractable					HCl extractable			EC (1:5) (dS/m)
			Bray-1 P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
------(mg kg ⁻¹)-----											
<u>Ferulic acid</u>											
10 mg/L	7.1 ^a	1.33 ^a	55 ^a	37 ^a	2301 ^a	117 ^a	288 ^a	88 ^a	5.9 ^a	6.1 ^a	0.14 ^a
20 mg/L	7.0 ^a	1.32 ^a	54 ^a	38 ^a	2734 ^a	136 ^a	290 ^a	92 ^a	6.6 ^a	5.6 ^a	0.13 ^a
30 mg/L	7.1 ^a	1.35 ^a	51 ^a	43 ^a	2822 ^a	147 ^a	281 ^a	82 ^a	6.7 ^a	7.2 ^a	0.15 ^a
<u>Benzoic acid</u>											
10 mg/L	7.0 ^a	1.32 ^a	56 ^a	35 ^a	2864 ^a	148 ^a	274 ^a	86 ^a	4.3 ^a	4.8 ^a	0.13 ^a
20 mg/L	6.8 ^a	1.30 ^a	57 ^a	41 ^a	2647 ^a	138 ^a	263 ^a	84 ^a	5.8 ^a	4.5 ^a	0.11 ^a
30 mg/L	6.7 ^a	1.38 ^a	58 ^a	35 ^a	2378 ^a	119 ^a	280 ^a	85 ^a	4.9 ^a	6.1 ^a	0.12 ^a
<u>Vanilic acid</u>											
10 mg/L	7.0 ^a	1.30 ^a	56 ^a	36 ^a	2749 ^a	140 ^a	276 ^a	77 ^a	4.5 ^a	5.0 ^a	0.12 ^a
20 mg/L	7.3 ^a	1.32 ^a	51 ^a	35 ^a	2926 ^a	160 ^a	283 ^a	76 ^a	6.0 ^a	4.7 ^a	0.11 ^a
30 mg/L	7.2 ^a	1.31 ^a	54 ^a	39 ^a	2956 ^a	157 ^a	277 ^a	81 ^a	5.5 ^a	5.7 ^a	0.13 ^a
<u>Allantoin</u>											
10 mg/L	6.9 ^a	1.28 ^a	54 ^a	39 ^a	2550 ^a	140 ^a	269 ^a	69 ^a	4.9 ^a	6.0 ^a	0.11 ^a
20 mg/L	7.2 ^a	1.23 ^a	54 ^a	40 ^a	2758 ^a	149 ^a	287 ^a	73 ^a	4.2 ^a	6.4 ^a	0.12 ^a
30 mg/L	6.9 ^a	1.32 ^a	55 ^a	34 ^a	2772 ^a	150 ^a	291 ^a	79 ^a	5.1 ^a	5.7 ^a	0.12 ^a
<u>salicylic acid</u>											
10 mg/L	6.8 ^a	1.26 ^a	53 ^a	38 ^a	2728 ^a	154 ^a	278 ^a	68 ^a	4.5 ^a	6.0 ^a	0.11 ^a
20 mg/L	7.1 ^a	1.25 ^a	48 ^a	35 ^a	3162 ^a	175 ^a	265 ^a	72 ^a	4.9 ^a	5.4 ^a	0.13 ^a
30 mg/L	7.1 ^a	1.22 ^a	52 ^a	33 ^a	2803 ^a	146 ^a	293 ^a	69 ^a	5.1 ^a	5.5 ^a	0.13 ^a
<u>Mixture</u>***											
10 mg/L	7.1 ^a	1.25 ^a	54 ^a	35 ^a	2814 ^a	142 ^a	286 ^a	82 ^a	4.7 ^a	5.1 ^a	0.12 ^a
20 mg/L	6.9 ^a	1.21 ^a	52 ^a	37 ^a	2598 ^a	125 ^a	301 ^a	84 ^a	5.0 ^a	5.3 ^a	0.11 ^a
30 mg/L	6.8 ^a	1.27 ^a	52 ^a	38 ^a	2737 ^a	125 ^a	319 ^a	89 ^a	5.6 ^a	4.9 ^a	0.12 ^a
CK****	6.9 ^a	1.21 ^a	53 ^a	32 ^a	3283 ^a	176 ^a	261 ^a	69 ^a	4.1 ^a	4.7 ^a	0.13 ^a

*Values within columns followed by the same letter are not significant at P<0.05(Tukey test).

** OM: organic matter.

*** Mixing solution of five organic acid.

**** Check.

表 7. 路竹蔬菜園不同酚酸處理六週後土壤性質變化情形(96年10月29日)
Table 7. The soil properties after treatments of different phenolic acid in Luchu vegetable garden for six weeks.(October,29,2007)

Treatments	pH	OM* (%)	NH ₄ OAc extractable				HCl extractable				EC (1:5) (dS/m)
			Bray-1 P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
------(mg kg ⁻¹)-----											
Ferulic acid											
10 mg/L	8.1 ^{a*}	1.23 ^a	67 ^a	118 ^a	4617 ^a	325 ^a	274 ^a	154 ^a	0.21 ^a	0.87 ^a	0.30 ^a
20 mg/L	8.0 ^a	1.25 ^a	63 ^a	127 ^a	4704 ^a	340 ^a	312 ^a	131 ^a	0.21 ^a	0.82 ^a	0.32 ^a
30 mg/L	8.0 ^a	1.19 ^a	62 ^a	124 ^a	4621 ^a	337 ^a	281 ^a	131 ^a	0.23 ^a	0.81 ^a	0.29 ^a
Benzoic acid											
10 mg/L	8.0 ^a	1.16 ^a	64 ^a	124 ^a	4716 ^a	317 ^a	291 ^a	138 ^a	0.24 ^a	0.82 ^a	0.26 ^a
20 mg/L	8.2 ^a	1.18 ^a	67 ^a	128 ^a	4609 ^a	349 ^a	305 ^a	133 ^a	0.21 ^a	0.84 ^a	0.27 ^a
30 mg/L	8.0 ^a	1.19 ^a	64 ^a	123 ^a	4709 ^a	320 ^a	326 ^a	135 ^a	0.21 ^a	0.86 ^a	0.31 ^a
Vanilic acid											
10 mg/L	8.1 ^a	1.22 ^a	66 ^a	121 ^a	4640 ^a	324 ^a	309 ^a	134 ^a	0.20 ^a	0.86 ^a	0.29 ^a
20 mg/L	8.1 ^a	1.21 ^a	63 ^a	121 ^a	4599 ^a	342 ^a	300 ^a	139 ^a	0.23 ^a	0.85 ^a	0.26 ^a
30 mg/L	8.1 ^a	1.11 ^a	61 ^a	123 ^a	4677 ^a	357 ^a	330 ^a	131 ^a	0.21 ^a	0.86 ^a	0.25 ^a
Allantoin											
10 mg/L	8.0 ^a	1.36 ^a	63 ^a	126 ^a	4649 ^a	326 ^a	319 ^a	162 ^a	0.22 ^a	0.85 ^a	0.28 ^a
20 mg/L	8.1 ^a	1.28 ^a	64 ^a	121 ^a	4611 ^a	338 ^a	287 ^a	147 ^a	0.21 ^a	0.84 ^a	0.29 ^a
30 mg/L	8.1 ^a	1.19 ^a	63 ^a	125 ^a	4657 ^a	326 ^a	301 ^a	146 ^a	0.21 ^a	0.83 ^a	0.25 ^a
salicylic acid											
10 mg/L	8.1 ^a	1.32 ^a	62 ^a	130 ^a	4833 ^a	366 ^a	259 ^a	163 ^a	0.26 ^a	0.96 ^a	0.31 ^a
20 mg/L	8.0 ^a	1.26 ^a	64 ^a	121 ^a	4790 ^a	330 ^a	256 ^a	155 ^a	0.23 ^a	0.87 ^a	0.28 ^a
30 mg/L	8.2 ^a	1.29 ^a	63 ^a	127 ^a	4661 ^a	350 ^a	275 ^a	146 ^a	0.24 ^a	0.81 ^a	0.27 ^a
Mixture^{***}											
10 mg/L	8.1 ^a	1.23 ^a	62 ^a	128 ^a	4653 ^a	324 ^a	291 ^a	145 ^a	0.21 ^a	0.82 ^a	0.27 ^a
20 mg/L	8.1 ^a	1.31 ^a	62 ^a	122 ^a	4629 ^a	343 ^a	310 ^a	144 ^a	0.21 ^a	0.86 ^a	0.22 ^a
30 mg/L	8.2 ^a	1.30 ^a	66 ^a	127 ^a	4602 ^a	337 ^a	307 ^a	141 ^a	0.22 ^a	0.84 ^a	0.27 ^a
CK ^{****}	8.2 ^a	1.22 ^a	65 ^a	125 ^a	4758 ^a	332 ^a	304 ^a	137 ^a	0.21 ^a	0.84 ^a	0.26 ^a

^aValues within columns followed by the same letter are not significant at P<0.05(Tukey test).

^{**}OM: organic matter.

^{***}Mixing solution of five organic acid.

^{****}Check.

參考文獻

1. 張仲民. 1979. 普通土壤學. 茂昌圖書有限公司. p.450。
2. Baker, D.E., and N.H. Suhr. 1982. Atomic absorption and flame emission spectrometry. In A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney. (eds.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy Monograph No. 9. 2nd edition. ASA-SSSA, WI. p. 13-26.
3. Barnes, J. P., and A. R. Putnam. 1986. Wood Sci. 34:384-390.
4. Chou, C. H. and Z. A. Patrick. 1976. J. Chem. Ecol. 2:369-387.
5. Cope. J.T., and C.E. Evans. 1985. Soil testing. Advances in Soil Sci. 1:201-228.
6. Earl, K. D., J. K. Syers, and J. R. McLaughlin. 1979. Origin of the effects of citrate, tartarate and acetate on phosphate sorption by soils and synthetic gels. Soil Sci Soc Am J. 43: 674- 678.
7. Evans, A., and T. J. Anderson. 1990. Aliphatic acids: Influence on sulphate mobility in a forested cecil soil. Soil Sci Soc Am J. 54:1136-1139.
8. Fox, T. R., N. B. Comerford, and W. W. NcFee. 1990. Phosphorus and aluminum release from a spodic horizon mediated by organic acids. Soil Sci Soc Am J. 54: 1763-1767.
9. Hartikainen, H. 1996. Soil response to acid percolation. J. Environ. Qual. 25(4):638-645.
10. Jalal, M. A. F. and D. J. Read. 1983. The organic acid composition of Calluna heathland soil with special reference to phyto and fungitoxicity. I. Isolation and identification of organic acids. Plant and Soil. 70: 257-272.
11. Maciak, F. and H. Harms. 1986. The effect of agricultural utilization on the composition and yield of phenolic acids in low peat soils. Plant and Soil. 94: 171-178.
12. McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. In A.L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney. (eds.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy Monograph No. 9. 2nd edition. ASA-SSSA, WI. p. 199-224.
13. Moghimi, A., D. G. Lewis. and J. M. Oades, 1978. Release of phosphate from calcium phosphates by rhizosphere products, Soil Biol Biochem. 10:277-281.
14. Murphy, J. and J.P. Riley. 1962. A modified single solution method for

- determination of phosphate in natural waters. *Anal.Chem.Acta.* 27: 31-36.
15. Nelson, D.W. and L. E. Sommer. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: A.L. Page, Miller and D.R. Keeney. (eds.) *Method of Soil Analysis, Part 2. Agronomy Monograph No. 9.* 2nd edition. ASA-SSSA, WI. p. 383-411.
 16. Ritchie, G. S. P. and P. J. Dolling. 1985. The role of organic matter in soil acidification. *Australian Journal of Soil Research.* 23(4): 569-576.
 17. Song, S. K., P.M. Huang. 1988. Dynamics of potassium release from potassium bearing minerals as influenced by oxalic and citric acids. *Soil Sci Soc Am J.* 52:383-390.
 18. Sposito, G. 1989. *The chemistry of soils.* P.42-65. Oxford University Press, New York.
 19. Stevenson, F. J. 1967. Organic acids in soil, p.119-146 in A. D. McLaren and G. H. Peterson(Ed) *Soil Biochemistry,* Marcel Dekker Inc. New York.
 20. Swain, T. 1977. Secondary compounds as protective agents. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28: 479-501.
 21. Traina, S. J., G. Sposito, D. Hesterberg and U. Kafkafi. 1986. Effects of pH and organic acids on orthophosphate solubility in an acidic montmorillonitic soil. *Soil Sci Soc Am J.* 50:45-52.
 22. Wang, T. S. C. and S. W. Li. 1977. Clay minerals as heterogeneous catalysts in preparation of model humic substances. *Z. pflanzenernahr. Bodenk.* 140:669-676.
 23. Wang, T. S. C., S. W. Li and Y. L. Feng. 1978a. Catalytic polymerization of phenolic compounds by clay minerals. *Soil Sci.* 126: 15-21.
 24. Wang, T. S. C., S. W. Li. And P.M. Huang. 1978b. Catalytic polymerization of phenolic compounds by a latosol. *Soil Sci.* 126:81-86.
 25. Wang, T. S. C., J. H. Chen, and W. M. Hsiang. 1985. Catalytic synthesis of humic acids containing various amino acids and dipetides. *Soil Sci.* 140:3-10.
 26. Whitehead, D. C. 1964. Identification of p-hydroxybenzoic vanillic, p-coumaric and ferulic acids in soils. *Nature.* 202: 417.

Effect of Organic Acids on Soil Properties of Vegetable Farms

Yong-Hong Lin¹

Abstract

The decomposition of organic matter yields a number of phenolic acid. This experiment was conducted to evaluate the effect of these phenolic acid (allantoin, ferulic acid, salicylic acid, vanillic acid 及 Benzoic acid) and mixture solution of phenolic acid on soils at different concentration(10, 20, 30 mg/L). The results showed that pH of soil of two vegetable farms decreased, and the availability of nutrients increased after two weeks. It consistently improved the soils after four weeks, however, it was invalid after six weeks. There was positive effects when the application of liquid fertilizers containing mixtures of 10-20 mg/L phenolic acids on soils.

Key words: Organic acid, Phenolic acid, Soil properties

¹Assistant researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA